

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-88528

(43)公開日 平成7年(1995)4月4日

(51)Int.Cl.⁶ 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所
B 21 B 45/00 J 8015-4E
1/26 D

審査請求 未請求 請求項の数22 ○L (全 7 頁)

(21)出願番号	特願平5-232787	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22)出願日	平成5年(1993)9月20日	(72)発明者	小野瀬 満 茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内
		(72)発明者	木村 智明 茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内
		(72)発明者	芳村 泰嗣 茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内
		(74)代理人	弁理士 小川 勝男
			最終頁に続く

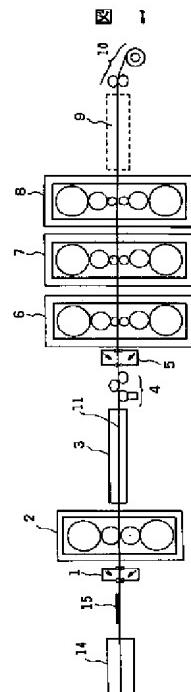
(54)【発明の名称】 熱間圧延設備及び熱間圧延方法

(57)【要約】

【目的】コンパクトな設備でホットストリップを小、中規模生産する熱間圧延設備を提供することにある。

【構成】粗圧延機でリバース圧延後、粗圧延機と仕上圧延機とで連続的に圧延する方式で、粗圧延機と仕上圧延機との間にストリップ温度を外部へ逃がさないように断熱的効果のある保温装置を設け、好ましくは、仕上圧延機の少なくとも1台の圧延機は作業ロールを該作業ロールの駆動部が圧延に必要な駆動トルクに耐えることができない径である小径なものとし該作業ロールを反圧延板側で支えるロールを駆動するようにした小径作業ロール被駆動圧延機として、低速強圧下圧延を実現し、しかも、板クラウンや板形状を制御できる圧延機列としたものである。

【効果】本発明によれば、ホットストリップをコンパクトな設備で小、中規模に生産することを実現できる熱間圧延設備を提供することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】粗圧延機と仕上圧延機を連続的に配置し、粗圧延機でリバース圧延後、最終バスで粗圧延機と仕上圧延機とで連続的に圧下するようにした方式の熱間圧延設備において、粗圧延機と仕上圧延機との間にストリップ温度を外部へ逃がさないように断熱的効果のある保温装置を設けたことを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項2】請求項1に記載の熱間圧延設備において、前記粗圧延機の反仕上圧延機側にコイラを配置し、最終バス前に巻き取るようにしたことを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項3】請求項1又は請求項2に記載の熱間圧延設備において、前記粗圧延機を同一ハウジング内に複列のロール群を近接配置し、1バスで複数回圧延出来るようにしたことを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項4】請求項1又は請求項2に記載の熱間圧延設備において、前記仕上圧延機の少なくとも1台の圧延機は作業ロールを該作業ロールの駆動部が圧延に必要な駆動トルクに耐えることができない径である小径なものでロールを少なくとも1本被駆動にした小径作業ロール被駆動圧延機であることを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項5】請求項1又は請求項2に記載の熱間圧延設備において、仕上圧延機の入側にデスケーリング装置を配置したことを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項6】請求項1又は請求項2に記載の熱間圧延設備において、粗圧延機と仕上圧延機との間に張力検出装置を設けたことを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項7】請求項1又は請求項2に記載の熱間圧延設備において、前記粗圧延機及び仕上圧延機の少なくとも1台の圧延機の作業ロールに、ハイス系のロールを用いたことを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項8】請求項1又は請求項2に記載の熱間圧延設備において、前記粗圧延機及び仕上圧延機の少なくとも1台の圧延機に、ロール研削装置を備えたことを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項9】請求項1又は請求項2に記載の熱間圧延設備において、前記粗圧延機は板クラウンを制御できる圧延機であることを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項10】請求項9に記載の熱間圧延設備において、前記板クラウンを制御できる粗圧延機は、上下作業ロールを互いにクロスさせロール間のギャップを変え得るようにしたことを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項11】請求項1又は請求項2に記載の熱間圧延設備において、前記仕上圧延機は板クラウン及び板形状を制御できる圧延機であることを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項12】請求項11に記載の熱間圧延設備において、前記板クラウン及び板形状を制御できる仕上圧延機は、上下作業ロールを互いにクロスさせロール間のギャップを変え得るようにしたことを特徴とする熱間圧延設

備。

【請求項13】請求項1又は請求項2に記載の熱間圧延設備において、前記粗圧延機及び仕上圧延機は上下作業ロール、上下中間ロール、上下補強ロールの少なくとも一対のロールに対しておのおの略同一形状のイニシャルクラウンを互いに点対象となるべく付与し上下作業ロールまたは上下中間ロールをロール軸方向に移動させ板クラウン及び板形状を制御できるようにしたことを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項14】請求項1又は請求項2に記載の熱間圧延設備において、前記仕上圧延機として小径作業ロール被駆動圧延機を用い、該圧延機は、上下作業ロールの軸心を作業ロールと接触する他のロールの軸心に対して圧延方向出側にオフセットし前記作業ロールに加わる駆動接線力を圧延荷重の水平分力で低減可能とする圧延機であることを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項15】請求項14に記載の熱間圧延設備において、前記のように作業ロールと接触する他のロールの軸心に対して上下作業ロールの軸心を圧延方向出側にオフセットする量を調節可能としたことを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項16】請求項1又は請求項2に記載の熱間圧延設備において、前記仕上圧延機は作業ロールあるいは中間ロールにロールベンディング装置を設け、該ロールのたわみを調節して板クラウンや板形状を制御し得るようにしたことを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項17】請求項1又は請求項2に記載の熱間圧延設備において、前記仕上圧延機として小径作業ロール被駆動圧延機を用い、該圧延機は、作業ロール及び補強ロールをペアとして上下でクロスさせ、ロール間のギャップのプロフィールを変えて板クラウンや板形状を制御し得るようにした4段圧延機であることを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項18】請求項1又は請求項2に記載の熱間圧延設備において、前記仕上圧延機は作業ロールをロール軸方向に移動させて圧延によるロールの摩耗を分散させ、摩耗によるロールギャップの変化を小さくし得るようにし、また、あるいは前記作業ロール軸方向移動に加えて作業ロールベンディング装置を設けロールのたわみを調節し板クラウンや板形状を制御できる圧延機であることを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項19】請求項1又は請求項2に記載の熱間圧延設備において、前記仕上圧延機は中間ロールをロール軸方向に移動させ、あるいはこれに加えて作業ロールあるいは中間ロールにロールベンディング装置を設け、該ロールのたわみを調節し板クラウンや板形状を制御できる6段圧延機であることを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項20】請求項1又は請求項2に記載の熱間圧延設備において、前記仕上圧延機での圧延を強圧下かつ低速で行うことを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項21】請求項1に記載の熱間圧延設備において、前記保温装置は、その内部を加熱できる様にしたことを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項22】粗圧延機と仕上圧延機を連続的に配置し、粗圧延機でリバース圧延後、最終バスで粗圧延機と仕上圧延機とで連続的に圧下するようにした方式の熱間圧延方法において、粗圧延後にストリップを一度も巻き付けることなしに最終の仕上圧延完了後に巻取るようにしたことを特徴とする熱間圧延方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は金属板の熱間圧延設備と熱間圧延方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の熱間圧延設備は、200mm以上の厚みのスラブを粗圧延機列及び仕上圧延機列を通して最終目標板厚まで圧延する方式である。この場合、粗圧延機で数回圧延した後、仕上圧延機列を1回通過となるので生産量にもよるが粗圧延機の上流の加熱炉から最終の巻取りまで全体の設備長は300m以上もありきわめて大型な設備となっている。

【0003】これに対し、DE 4041206号公報には、熱間圧延設備をコンパクトにするために粗圧延機をなくし仕上圧延機列において、奇数バスあるいは偶数バスのタンデムリバース圧延を行う設備である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、タンデムリバース圧延は、リバースで多数回の圧延ができる利点はあるが、偶数バスの場合、最初に圧延する圧延機では高温のスラブをつぶすことと最終圧延における低温薄物圧延の両機能が要求される。このような方式においては高温のスラブを圧延したときに発生するロール表面の微細な亀裂がマークとして最終段で板へ転写する不具合があった。

【0005】また、奇数バスの場合、1バス目の出側は最終バスではクーリングゾーンとなるので1バス目では冷したくない。このためこの長さよりも離れたところにクーリングゾーンをおくか、クーリングゾーンのon offをきちんと行いクーリングゾーンにきた1バス目の板が冷えないようにする等、装置が複雑になる欠点があった。

【0006】本発明は、以上のような欠点を解決するためになされたもので、コンパクトな熱間圧延設備にてホットストリップを小、中規模に生産することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、粗圧延機と仕上圧延機に分け仕上圧延機は、最終バスのみとし、粗圧延機と仕上圧延機との間に断熱的効果のある保温装置を設けたものである。

【0008】また、粗圧延機で圧延終了後、一度も巻取らないようにすることと設備長短縮と圧延板の温度を低下させない目的で粗圧延機の反仕上圧延機側にコイラを配置するようにしたものである。

【0009】1バスで複数回圧延できるように粗圧延機の同一ハウジング内に複列のロール群を近接配置したものである。

【0010】低速高圧下圧延の観点から小径作業ロール圧延機が好ましい。作業ロールが小径なほど、圧延での接触弧長が短くなるので圧延荷重が小さくなり、駆動トルクも小さくなり、かつ、ロールの昇温も少なくできる。

【0011】比較的小径の作業ロールとした場合、作業ロールではその駆動系が圧延駆動トルクに耐えなくなるので該作業ロールを支える補強ロールあるいは中間ロールを駆動するようにするものである。

【0012】仕上圧延機の入側にデスケーリング装置を配置し粗圧延機と仕上圧延機との間に張力検出装置を設けたものである。

【0013】また、粗圧延機及び仕上圧延機列の作業ロールにハイス径ロールを採用すること、及び、圧延機にロール研磨装置を設置するものである。

【0014】さらに、粗圧延機は板クラウン形状を調節できるようにし、仕上圧延機は板クラウンや板形状を調節できるようにするものである。

【0015】そして、仕上圧延機での圧延が低速で強圧下の条件となるようにしたるものである。

【0016】粗圧延機と仕上圧延機との間に設けた断熱的効果のある保温装置はその内部を加熱できるようにしたものである。

【0017】

【作用】通常、粗圧延機でリバース圧延を行うとストリップは、粗圧延機と仕上圧延機との間のテーブル上および粗圧延機前面のテーブル上で冷される。粗圧延機の前にコイラを配置することや粗圧延機と仕上圧延機との間に断熱的効果のある保温装置を設けることにより外部へ熱を逃がさないようにしている。また、断熱的効果のある保温装置の内部を加熱できるようにしておくことによりもっと確実に外部へ熱を逃がさないようにできる。

【0018】つまり本発明では、粗圧延機と仕上圧延機での連続圧延において粗圧延後にストリップを一度も巻き付けることなしに圧延することができ、ストリップを巻き付けるために必要なコイラがいらなくなるため、コイラーの分の長さを短縮することができ熱間圧延設備をコンパクトにことができる。それに加え、コイラーの分の設備費がかからなくなるため全設備費を安くすることができる。また、巻き付け作業における作巻ミスをなくすことができる。

【0019】また、同一ハウジング内に複数の圧延ロール群を近接して並べることで1バスの圧下量が多いので

圧延機の台数を増やすこと無く最終出側板厚を薄くすることができる。

【0020】一方、仕上圧延機において作業ロール径が小さければ圧延荷重及び駆動トルクが小さくなり、強圧下が可能になる。強圧下が可能になると圧延機の台数を少なくすることができるのでコンパクトな仕上圧延機を提供し得る。駆動部が圧延に必要な駆動トルクに耐えることができない径まで小径化した作業ロールとした場合は作業ロールを支える補強ロールあるいは中間ロールを駆動するようにすることで薄くなった板材を強圧下できる。強圧下は同時に低速圧延を実現するものである。このことは圧延板が保有する熱の保持能力が低圧下の場合よりもすぐれているからである。

【0021】そして、結果として圧延エネルギーも小さくすることができる。

【0022】仕上圧延機の入側にデスケーリング装置を配置することにより、ストリップ表面のスケールを取り除き表面形状を安定させることができる。

【0023】また、粗圧延機と仕上圧延機との間に張力検出装置を設けることにより張力を一定にし板の波打ちを抑えることができる。

【0024】粗圧延機は板クラウンを調節できるようにし、仕上圧延機では板クラウンや板形状を調節できるようとするものである。

【0025】また、粗圧延機及び仕上圧延機の作業ロールにハイス系ロールを採用すること、及び、圧延機にロール研磨装置を設置することで強圧下、低速の厳しい条件の圧延においてロールの組替え頻度を少なくすることもできる。

【0026】

【実施例】以下、本発明の第1の実施例を図1を用いて説明する。

【0027】図1は熱間圧延設備の概略構成を示すものであり、圧延を行う前にスラブ15の温度を圧延に適した温度にするための加熱炉14、スラブ15の表面のスケールを取り除く粗デスケーリング装置1、粗圧延機2、リバース圧延の際にストリップ11の温度を低下させないようにするための断熱的効果のある保熱装置3、ストリップ11の波打ちを防止するための張力検出装置4、仕上圧延機前の仕上デスケーリング装置5、仕上No.1スタンド6、仕上No.2スタンド7、仕上No.3スタンド8、ストリップ冷却ゾーン9、コイラーアー10、等で構成されている。

【0028】通常、粗圧延機でリバース圧延を行うとストリップは、粗圧延機と仕上圧延機との間のテーブル上および粗圧延機前面のテーブル上で冷されることになる。本実施例では、粗圧延機と仕上圧延機との間に断熱的効果のある保熱装置3を設けることにより外部へ熱を逃がさないようにしている。

【0029】粗圧延機と仕上圧延機との間に保熱装置3

を設けることにより粗圧延後にストリップを一度も巻き付けることなしに圧延することができ、ストリップを巻き付けるために必要なコイラーがいらなくなる。従ってコイラーの分の長さを短縮することができ熱間圧延設備をコンパクトにすることができます。それに加え、コイラーの分の設備費がかからなくなるため全設備費を安くすることができる。また、巻き付け作業における作巻ミスをなくすことができるわけである。

【0030】次に本発明の第2の実施例を図2を用いて説明する。

【0031】図2は、図1の設備長を短くするためとストリップ11の温度を低下させないことを目的に図1で示した熱間圧延設備の粗デスケーリング装置1の反粗圧延機側にコイラーアー12を設置した熱間圧延設備を示すものである。

【0032】つまり、粗圧延機2によりスラブ15をリバース圧延する場合、2バス後のストリップ11をコイラーアー12に巻取ることにより、加熱炉と粗圧延機間の距離を短縮することができる。また、ストリップ11をコイラーアー12に巻取ることで、保熱効果を上げストリップ11の温度低下を防止することができる。

【0033】なお、コイラーアー12の下流側に配置したシャー13は、粗圧延後コイラーアー12で巻き取られるストリップ11の後端部を切り落とし、ストリップ11の後端部を整えるものである。

【0034】以上図1、図2を用いて説明した熱間圧延設備において、仕上No.1スタンド6、仕上No.2スタンド7、仕上No.3スタンド8は小径の作業ロールを有する6段圧延機として説明した。この圧延機において小径の作業ロールの駆動系は駆動トルクに耐え得ない小径の作業ロールとしているので中間ロールもしくは補強ロールを駆動するようにしてある。なお、場合によっては、4段の圧延機にすることも可能である。

【0035】図3は、図1、図2で説明した断熱的効果のある保熱装置3を説明するものである。この保熱装置3はストリップ11を加熱できるようにした加熱機構を付加したものである。

【0036】この保熱装置3は、外部へ熱を放出させないためのカバー16、カバー16の側面に取り付けられたガスのノズル17、ストリップ11を流すためのロール18等で構成される。

【0037】また、カバー16の側面に取り付けられたガスのノズル17の噴出口から出る火炎によりまたはストリップ11表面の温度低下を防止する働きを有する。

【0038】また、この保熱装置3は、設備によりカバーあるいは炉的なものなる。

【0039】図示はしないがガスの代わりに電気により加熱する保熱装置3にすることもできる。

【0040】図4は、図3におけるA-A断面図である。

【0041】保熱装置3は、ロール18上でストリップ11を保持し、移送するようになっている。

【0042】図5は、図1、図2で説明した熱間圧延設備の粗圧延機2に適用できる圧延機の概略図である。

【0043】この圧延機は、一つのハウジング19の中に大径ワークロール20～23の2段圧延機を2列近接して並べて配置したものであり1回の圧延材通過で2回圧延できるようになっている。個別のハウジングを有する圧延機に比べ設備を短くすることができ、かつ、2回の圧延の間でのスケールの発生を少なくできるメリットがある。

【0044】図6は図1、図2で説明した熱間圧延設備の仕上圧延機に適用できる圧延機の概略図であり、小径作業ロール被駆動圧延機を示し上下中間ロール26、27を軸方向（矢印方向）に移動可能なロールとしたものである。また、上下作業ロール24、25に上下方向（矢印方向）のロールベンディング力が作用するようにしてある。この場合駆動ロールは上下中間ロール26、27かまたは上下補強ロール28、29となる。尚、図示はしていないが上下中間ロール26、27にも上下作業ロール24、25と同様にロールベンディング力を与えるようにすることもできる。以上のロールの軸方向移動やロールベンディング力によって板クラウンや板形状を調節することができる。更に、上下作業ロール24、25を上下中間ロール26、27と同様に軸方向に移動可能とすることもでき、この作業ロールの軸方向移動を周期的に行うことで作業ロールの摩耗を分散することができ圧延中のロールの使用時間を長く、かつ、板クラウンや板形状のすぐれた圧延を達成できる。

【0045】図7は図1、図2で説明した熱間圧延設備の粗圧延機及び仕上圧延機に適用できる圧延機の概略図である。上の作業ロール30と補強ロール32及び下の作業ロール31と補強ロール33とがそれと一緒に上下で反対方向にクロスするようにした（ペアクロス）状態をしめす。このようにロールをクロスすることで上下作業ロール間のギャッププロフィールを変化させることができ板クラウンや板形状を調節することができる。

【0046】尚、粗圧延機が2段圧延機である場合は上下作業ロールをそれぞれ反対方向にクロスする方式があり、このことにより前記同様に板クラウンを調節することが可能となる。また、粗圧延機及び仕上圧延機が4段以上の圧延機の場合には作業ロールのみをクロスする方式によっても同様の効果を得ることができる。

【0047】図8は図1、図2で説明した熱間圧延設備の粗圧延機及び仕上圧延機に適用できる圧延機の概略図である。上下作業ロール34、35と上下中間ロール36、37と上下補強ロール38、39があり、上下作業ロール34、35または上下中間ロール36、37または上下補強ロール38、39の少なくとも一对のロー

ルに対しておのおの略同一形状のイニシャルクラウンを互いに点対象となるべく付与したものであり上下中間ロール36、37及びかまたは上下作業ロール34、35を図6と同様に軸方向に移動させたりロールベンディング力を付与することで板クラウンや板形状を調節することができる。

【0048】図9は図1、図2で説明した熱間圧延設備の粗圧延機及び仕上圧延機に適用できる圧延機の概略図である。上下作業ロール40、41及びかまたは上下補強ロール42、43の少なくとも一对のロールに対しておのおの略同一形状のイニシャルクラウンを互いに点対象となるべく付与したものであり上下作業ロール40、41を軸方向に移動させたりロールベンディング力を付与することで板クラウンや板形状を調節することができる。

【0049】図10は図1、図2を説明した熱間圧延設備の仕上圧延機に適用できる圧延機の概略図である。小径作業ロール被駆動圧延機の場合であり、上下作業ロールの軸心が作業ロールと接触する他のロールの軸心に対して圧延方向出側にひだりオフセットするようにしたものである。このようにオフセットすることで作業ロールに作用する駆動接線力 F_1 は作業ロールに対し圧延方向入側に作用し圧延荷重の作業ロールに作用する水平方向の分力 F_2 は圧延方向出側に作用するので作業ロールに作用する水平力を少なくすることができる。尚、ストリップ11の入出側には張力が作用しておりこの力をも加味してオフセット量 δ を圧延状態に合わせて変化させ作業ロールに作用する水平力を少なくするように調節できるようにしてある。

【0050】以上で説明した熱間圧延設備においては、仕上圧延機における圧延を低速強圧下で行うことにより、コンパクトな設備でストリップを生産するものであり、仕上圧延機のロールは過酷な条件のもとで使用されることとなる。

【0051】これに対してはロール研磨装置を設置することでロール摩耗の増加があつてもロール組替周期を短くすることなく操業できるようになることができる。

【0052】また、熱間圧延用ロールとして最近適用が拡大されつつある耐摩耗性、耐肌荒れ性に優れたハイスロールを用いることで摩耗量を従来のニッケルグレーンロールに較べ $1/4 \sim 1/5$ に少なくできるのでロールを長時間使用できロール組替周期を大幅に延長することができるメリットがある。

【0053】

【発明の効果】本発明によれば、ホットストリップをコンパクトな設備で小、中規模に生産することを実現できる熱間圧延設備を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例である熱間圧延設備を示す図である。

【図2】本発明の第2の実施例である熱間圧延設備を示す図である。

【図3】本発明の第1、第2の実施例の断熱的効果のある保温装置の概略図である。

【図4】断熱的効果のある保温装置の概略図であり、図3におけるA-A断面図である。

【図5】本発明の第1、第2の実施例の粗圧延機に適用できる2段2列圧延機の概略図である。

【図6】本発明の第1、第2の実施例の仕上圧延機に適用できる圧延機の概略図である。

【図7】本発明の第1、第2の実施例の粗圧延機及び仕上圧延機に適用できる圧延機の概略図である。

【図8】本発明の第1、第2の実施例の粗圧延機及び仕上圧延機に適用できる圧延機の概略図である。

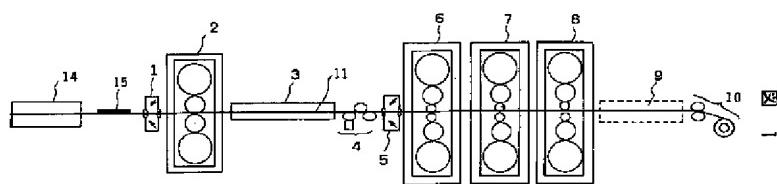
【図9】本発明の第1、第2の実施例の粗圧延機及び仕上圧延機に適用できる圧延機の概略図である。

【図10】仕上圧延機に適用できる圧延機の概略図である。

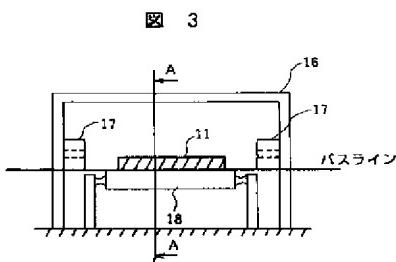
【符号の説明】

1…粗デスケーリング装置、2…粗圧延機、3…保熱装置、4…張力検出装置、5…仕上デスケーリング装置、6…仕上No.1 スタンド、7…仕上No.2スタンド、8…仕上No.3 スタンド、9…ストリップ冷却ゾーン、10, 12…コイラー、11…ストリップ、13…シャー、14…加熱炉、15…スラブ、16…カバー、17…ノズル、18…ロール、19…ハウジング、20, 22, 24, 30, 34, 40…上作業ロール、21, 23, 25, 31, 35, 41…下作業ロール、26, 36…上中間ロール、27, 37…下中間ロール、28, 32, 38, 42…上補強ロール、29, 33, 39, 43…下補強ロール。

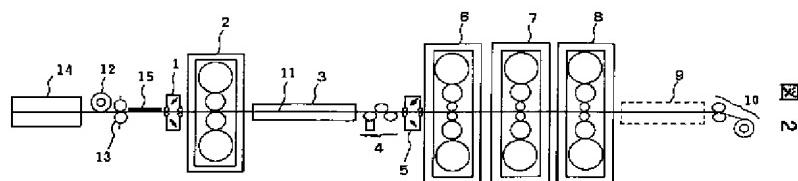
【図1】



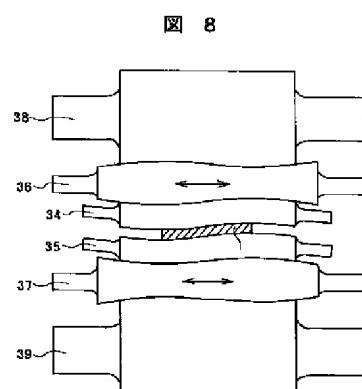
【図3】



【図2】



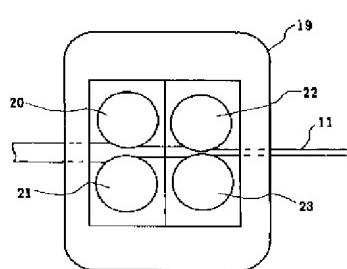
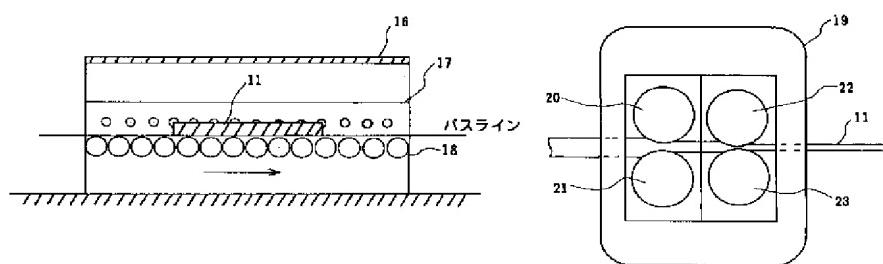
【図8】



【図4】

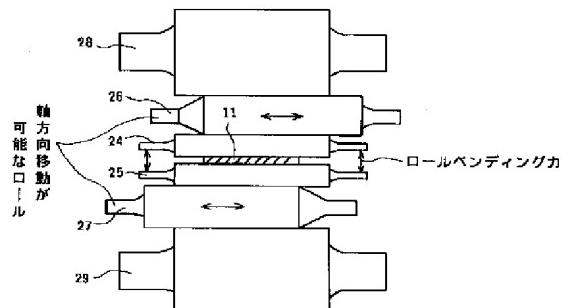
【図5】

図 4

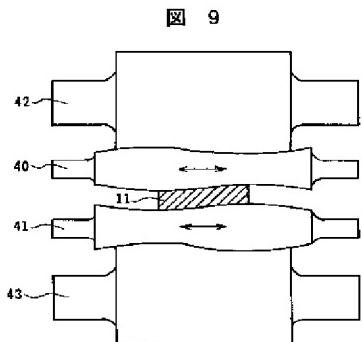


【図6】

図 6

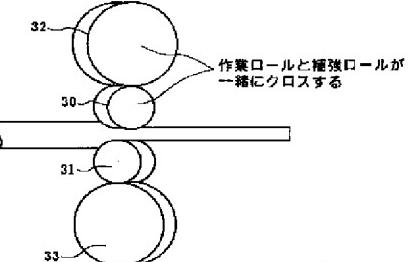


【図9】

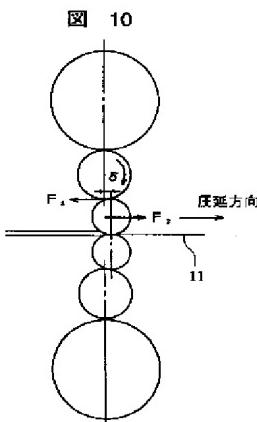


【図7】

図 7



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 ▲吉▼本 健一
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会
社日立製作所日立工場内

(72)発明者 関 幸一
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会
社日立製作所日立工場内
(72)発明者 堀井 健治
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会
社日立製作所日立工場内